

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ НА ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ 10 МЛРД ЛЕТ

В рамках четырехпланетной задачи построена вековая теория движения второго порядка по массам планет. С помощью метода Хори—Депри получены уравнения движения в средних элементах и функции замены переменных. Теория построена для второй системы элементов Пуанкаре в координатах Якоби.

В работе рассматривается орбитальная эволюция четырехпланетной системы Солнце — Юпитер — Сатурн — Уран — Нептун на интервале времени 10 млрд лет. Использование осредненных уравнений движения позволяет существенно увеличить шаг интегрирования. Уравнения движения интегрировались методами Эверхарта 15-го порядка [1] и Рунге—Кутты 11-го порядка [2] с шагом 10 000 лет.

Изучены качественные характеристики орбитальной эволюции планет-гигантов Солнечной системы. Рассмотрены аналитические свойства осредненных уравнений движения. С помощью мажорант функций замены переменных определены границы возможных резонансных зон в системе планет-гигантов. На основе сохранения интеграла движения и  $z$ -компоненты интеграла площадей даны оценки точности численного интегрирования уравнений движения.

### Библиографические ссылки

1. *Everhart E.* Implicit single methods for integrating orbits // *Celest. Mech.* — 1974. — Vol. 10. — P. 35–55.
2. *Данилов В. М., Дороговцева Л. В.* Временные шкалы механизмов динамической эволюции в моделях РЗС // *Астрон. вестн.* — 2008. — Т. 85. — С. 524–536.